

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2002 年 12 月 26 日  
Application Date

申請案號：091137551  
Application No.

申請人：華邦電子股份有限公司  
Applicant(s)

局長  
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 3 月 14 日  
Issue Date

發文字號：09220254980  
Serial No.

# 發明專利說明書

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：\_\_\_\_\_ ※IPC分類：\_\_\_\_\_

※ 申請日期：\_\_\_\_\_

## 壹、發明名稱

(中文) 低電壓操作之電流鏡

(英文) \_\_\_\_\_

## 貳、發明人 (共 1 人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填說明書發明人續頁)

姓名：(中文) 吳立德

(英文) \_\_\_\_\_

住居所地址：(中文) 新竹市北區光華里 20 鄰光華南街 60-1 號 7F

(英文) \_\_\_\_\_

國籍：(中文) 中華民國 (英文) \_\_\_\_\_

## 參、申請人 (共 1 人)

申請人 1 (如發明人超過一人，請填說明書申請人續頁)

姓名或名稱：(中文) 華邦電子股份有限公司

(英文) \_\_\_\_\_

住居所或營業所地址：(中文) 新竹科學園區研新三路四號

(英文) \_\_\_\_\_

國籍：(中文) 中華民國 (英文) \_\_\_\_\_

代表人：(中文) 焦佑鈞

(英文) \_\_\_\_\_

#### 肆、中文發明摘要

本案係為一種低電壓操作之電流鏡，用以接收一輸入電流並產生一相同於該輸入電流之輸出電流，其包含一電阻，其第一端係接收該輸入電流；一第一電晶體，其基體係連接於其汲極；一第二電晶體，其基體係連接於該第一電晶體之基體；一第三電晶體，其基體係連接於該第一電晶體之基體；以及一第四電晶體，其汲極係產生該輸出電流。

#### 伍、英文發明摘要

陸、(一)、本案指定代表圖為：第二圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

I<sub>in</sub>:輸入電流

I<sub>out</sub>:輸出電流

N1:第一電晶體

N2:第二電晶體

N3:第三電晶體

N4:第四電晶體

R:電阻

V<sub>ss</sub>:第一電源端

V<sub>dd</sub>:第二電源

P1:第一電晶體

P2:第二電晶體

P3:第三電晶體

P4:第四電晶體

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 捌、聲明事項

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間，其日期為：\_\_\_\_\_

☐ 本案已向下列國家（地區）申請專利，申請日期及案號資料如下：

【格式請依：申請國家（地區）；申請日期；申請案號 順序註記】

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

☐ 主張專利法第二十四條第一項優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；日期；案號 順序註記】

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_
8. \_\_\_\_\_
9. \_\_\_\_\_
10. \_\_\_\_\_

☐ 主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

【格式請依：申請日；申請案號 順序註記】

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

## 玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

發明所屬之技術領域

本案係為一種電流鏡，尤指一種低電壓操作之電流鏡。

先前技術

電流鏡是一種常用的類比電路，用以產生一相同於輸入電流之輸出電流。一般簡單的電流鏡只需使用二個 MOS 電晶體即可完成，然而如果僅使用二個 MOS 電晶體來製作電流鏡，電流鏡易受外界干擾，當外界電壓變動較大時，其輸出電流也變的較不穩定。為了克服上述問題，使用四個 MOS 電晶體來製作電流鏡係為一常用之做法。

請參閱第一圖(a)，其係習知一使用四個 MOS 電晶體所製作之電流鏡示意圖，其包含一第一電晶體 N1、一第二電晶體 N2、一第三電晶體 N3、一第四電晶體 N4、一電阻 R、一輸入電流源  $I_{in}$ 、一第一電源端  $V_{ss}$ 、及一第二電源端  $V_{dd}$ 。其中該第一電晶體 N1 之源極及該第二電晶體 N2 之源極係連接於該第二電源端  $V_{ss}$ ，該第一電晶體 N1 之閘極、該第二電晶體 N2 之閘極、及該第三電晶體 N3 之汲極係連接於該電阻 R 之第一端，該第四電晶體 N4 之源極係連接於該第二電晶體 N2 之汲極，該第三電晶體 N3 之閘極、該第四電晶體 N4 之閘極，及該電阻 R 之第二端係連接於該輸入電流源  $I_{in}$ ，而該輸入電流源  $I_{in}$  係連接於該第二電源端  $V_{dd}$ 。

至於該第三電晶體 N3 之源極係連接於該第一電晶體 N1 之汲極，該第一電晶體 N1 之基體、該第二電晶體 N2 之基體、該第三電晶體 N3 基體、及該第四電晶體 N4 之基體係連接於該第一電源

端  $V_{ss}$ 。透過第一圖(a)之電路，即可於輸出端(第四電晶體  $N4$  之汲極)獲得一相同於輸入電流源  $I_{in}$  之輸出電流  $I_{out}$ 。

請參閱第一圖(b)，其係習知另一使用四個 MOS 電晶體所製作之電流鏡示意圖，其同樣包含一第一電晶體  $N1$ 、一第二電晶體  $N2$ 、一第三電晶體  $N3$ 、一第四電晶體  $N4$ 、一電阻  $R$ 、一輸入電流源  $I_{in}$ 、一第一電源端  $V_{ss}$ 、及一第二電源端  $V_{dd}$ 。與第一圖(a)不同之處在於，該第三電晶體  $N3$  之基體係連接於該第三電晶體  $N3$  之源極，而該第四電晶體  $N4$  之基體係連接於該第四電晶體  $N4$  之源極，故其操作電壓較第一圖(a)為低。

第一圖(a)及第一圖(b)所示之電流源雖然可以產生比較大的輸出阻抗，進而使輸出電流  $I_{out}$  較不會因為外界電壓變動而受到干擾。但使用四個 MOS 電晶體之方式，勢必會提高系統之操作電壓，在一般操作電壓(例如 5V)下沒有問題，但因為現今的資訊產品為了省電，皆希望於低電壓(例如 3.3V 以下)下操作，故降低系統之操作電壓有其必要性。

爰是之故，申請人有鑑於習知技術之缺失，乃經悉心試驗與研究，並一本鍥而不捨的精神，終發明出本案「低電壓操作之電流鏡」。

#### 發明內容

本案之另一目的係為提供一種低電壓操作之電流鏡，用以接收一輸入電流並產生一相同於該輸入電流之輸出電流，其包含一電阻，其第一端係接收該輸入電流；一第一電晶體，其基體係連接於其汲極；一第二電晶體，其基體係連接於該第一電晶體之基體；一第三電晶體，其基體係連接於該第一電晶體之基體；以及一第四電晶體，其汲極係

產生該輸出電流。

根據上述構想，其中該電流鏡更包含一第一電源端。

根據上述構想，其中該第一電源端係為一接地端。

根據上述構想，其中該第一電晶體之閘極係連接於該電阻之第二端以接收一第一偏壓。

根據上述構想，其中該第一電晶體之源極係連接於該第一電源端。

根據上述構想，其中該第二電晶體之閘極係連接於該第一電晶體之閘極。

根據上述構想，其中該第二電晶體之源極係連接於該第一電源端。

根據上述構想，其中該第三電晶體之閘極係連接於該電阻之第一端以接收一第二偏壓。

根據上述構想，其中該第三電晶體之源極係連接於該第一電晶體之汲極。

根據上述構想，其中該第三電晶體之汲極係連接於該電阻之第二端。

根據上述構想，其中該第四電晶體之閘極係連接於該第三電晶體之閘極。

根據上述構想，其中該第四電晶體之源極係連接於該第二電晶體之汲極。

根據上述構想，其中該第四電晶體之基體係連接於其源極。

根據上述構想，其中該第一電晶體、該第二電晶體、該第三電晶體、及該第四電晶體係為 N 型金氧半導體電晶體。

根據上述構想，其中該第一電晶體、該第二電晶體、該第三電晶體、及該第四電晶體係為 P 型金氧半導體電晶體。

本案之又一目的係為提供一種低電壓操作之



電流鏡，用以接收一輸入電流並產生一相同於該輸入電流之輸出電流，其包含一第一電源端；一電阻，其第一端係接收該輸入電流；一第一電晶體，其閘極係連接於該電阻之第二端以接收一第一偏壓，其源極係連接於該第一電源端，而其基體係連接於其汲極；一第二電晶體，其閘極係連接於該第一電晶體之閘極，其源極係連接於該第一電源端，而其基體係連接於該第一電晶體之基體；一第三電晶體，其閘極係連接於該電阻之第一端以接收一第二偏壓，其源極係連接於該第一電晶體之汲極，其基體係連接於該第一電晶體之基體，而其汲極係連接於該電阻之第二端；以及一第四電晶體，其閘極係連接於該第三電晶體之閘極，其源極係連接於該第二電晶體之汲極，其基體係連接於其源極，而其汲極係產生該輸出電流。

根據上述構想，其中該第一電源端係為一接地端。

根據上述構想，其中該第一電晶體、該第二電晶體、該第三電晶體、及該第四電晶體係為 N 型金氧半導體電晶體。

根據上述構想，其中該第一電晶體、該第二電晶體、該第三電晶體、及該第四電晶體係為 P 型金氧半導體電晶體。

#### 實施方式

在低電壓操作的應用電路中，降低組成電流鏡之 MOS 電晶體之閘極偏壓是很重要的。因為閘極偏壓一但降低，則操作電壓自然也會降低。因此，本案提出一種電流鏡結構，藉由提供較源極偏壓為高之基體偏壓，以降低臨界電壓

(Threshold Voltage,  $V_{th}$ )，進而降低閘極偏壓。

請參閱第二圖(a)，其係本案一較佳實施例之

電流鏡示意圖，該電流鏡係用以接收一輸入電流  $I_{in}$  並產生一相同於該輸入電流之輸出電流  $I_{out}$ ，其包含一第一電晶體 N1、一第二電晶體 N2、一第三電晶體 N3、一第四電晶體 N4、一電阻 R、一輸入電流源  $I_{in}$ 、一第一電源端  $V_{ss}$ 、及一第二電源端  $V_{dd}$ 。

上述之該電阻 R 之第一端係接收該輸入電流  $I_{in}$ ；該第一電晶體 N1 之閘極係連接於該電阻 R 之第二端以接收一第一偏壓，源極係連接於該第一電源端  $V_{ss}$ ，而基體係連接於其汲極；該第二電晶體 N2 之閘極係連接於該第一電晶體 N1 之閘極，源極係連接於該第一電源端  $V_{ss}$ ，而基體係連接於該第一電晶體 N1 之基體；該第三電晶體 N3 之閘極係連接於該電阻 R 之第一端以接收一第二偏壓，源極係連接於該第一電晶體 N1 之汲極，基體係連接於該第一電晶體 N1 之基體，而汲極係連接於該電阻 R 之第二端；而該第四電晶體 N4 之閘極係連接於該第三電晶體 N3 之閘極，源極係連接於該第二電晶體 N2 之汲極，基體係連接於其源極，而其汲極係產生該輸出電流  $I_{out}$ 。其中該第一電源端  $V_{ss}$  係為一接地端。而該第一電晶體 N1、該第二電晶體 N2、該第三電晶體 N3、及該第四電晶體 N4 係為 N 型金氧半導體電晶體。

由於基板效應的關係，臨界電壓可以下列式子表示：

$$V_{th} = V_{th0} + \gamma(\sqrt{V_{SB} + |2\phi_F|} - \sqrt{2\phi_F})$$

在本案中，該第三電晶體 N3 之基體係連接於其源極，因此該第三電晶體 N3 之臨界電壓等於  $V_{th0}$ 。而該第四電晶體 N4 之基體係同樣連接於其源極，因此該第四電晶體 N4 之臨界電壓也等於  $V_{th0}$ 。

而該第一電晶體 N1 之臨界電壓可以下列式子表示：

$$V_{th,N1} = V_{th0} + \gamma(\sqrt{V_{SD,N1} + |2\phi_F|} - \sqrt{2\phi_F})$$

因為該第一電晶體 N1 之源汲極偏壓 ( $V_{SD,N1}$ ) 係為負值，故其臨界電壓 ( $V_{th,N1}$ ) 小於  $V_{th0}$  (一般為 0.7V)。根據相同原理，該第二電晶體 N2 之源汲極偏壓 ( $V_{SD,N2}$ ) 同樣為負值，故其臨界電壓 ( $V_{th,N2}$ ) 也小於  $V_{th0}$ ，且該第二電晶體 N2 之臨界電壓相等於該第一電晶體 N1 之臨界電壓，因此，該第一電晶體 N1 及該第二電晶體 N2 之閘極偏壓可以下列式子表示：

$$V_{g,N1} = V_{g,N2} = V_{th0} + \gamma(\sqrt{V_{SD,N1} + |2\phi_F|} - \sqrt{2\phi_F}) + \sqrt{\frac{2I_{in}}{\mu_n C_{ox}}} \left(\frac{L}{W}\right)_{N1}$$

由上式可知，因為  $V_{SD,N1} < 0$ ，所以  $\gamma(\sqrt{V_{SD,N1} + |2\phi_F|} - \sqrt{2\phi_F})$  係為負值，因此該第一電晶體 N1 及該第二電晶體 N2 之閘極偏壓得以降低，進而降低系統之操作電壓。

本案之另一較佳實施例如第二圖 (b) 所示，其同樣包含一第一電晶體 P1、一第二電晶體 P2、一第三電晶體 P3、一第四電晶體 P4、一電阻 R、一輸入電流源  $I_{in}$ 、一第一電源端  $V_{ss}$ 、及一第二電源端  $V_{dd}$ 。與第二圖 (a) 不同之處在於，該第一電晶體、該第二電晶體、該第三電晶體、及該第四電晶體係為 P 型金氧半導體電晶體。

今將第一圖 (b) 及第二圖 (a) 中之各個元件調整為適合 10uA 之輸入電流  $I_{in}$ ，並將 R 設為 40K $\Omega$ ，量測第一圖 (b) 及第二圖 (a) 上之 V1B 及 V1A 之電壓變化，其結果如第三圖所示。模擬方法係為將輸入電流  $I_{in}$  由 0uA 變化到 40uA 進行觀察，由圖可知，V1A 之節點電壓值被限制在 MOS 電晶體之臨界電壓 (0.7V) 下，當輸入電流  $I_{in}$  大於 18uA，第二圖 (a) 之該第一電晶體 N1 及該第二電

晶體 N2 已無法維持正常運作，此時電流會經由汲極流到基體而引起閃鎖(latch-up)。然而，在本案希望之輸入電流為  $10\mu\text{A}$  時， $V1A$  為  $0.3\text{V}$ ，這並不會使該第一電晶體 N1 及該第二電晶體 N2 失效。

接著，量測第一圖(b)及第二圖(a)上之  $V2B$  及  $V2A$  之電壓變化，其結果如第四圖所示。由圖可知，當輸入電流  $I_{in}$  為  $10\mu\text{A}$  時， $V2A$  比  $V1A$  低了  $150\text{mV}$ ，這表示說如果將 MOS 電晶體之  $V_{SB}$  設定為  $-0.3\text{V}$  時，由於基板效應(body effect)的關係，可以將原本的臨界電壓由  $0.75\text{V}$  降至  $0.6\text{V}$ ，進而使操作電壓降低  $0.15\text{V}$ ，如此對低電壓操作的系統而言，相當實用。

請參閱第五圖，其係第一圖(b)及第二圖(a)之輸入電流與輸出電流對照比較圖。由圖可知，當輸入電流  $I_{in}$  大於  $18\mu\text{A}$  時，第二圖(a)之電流已有一部份流入基體之內。

綜上所述，本案之電路結構可使用於輸入電流變化不大時，藉由降低電晶體之臨界電壓來降低電晶體之閘極偏壓，使得系統之操作電壓跟著降低，有效改善習知技術之缺失，是故具有產業價值，進而達成發展本案之目的。

本案得由熟悉本技藝之人士任施匠思而為諸般修飾，然皆不脫如附申請專利範圍所欲保護者。

#### 圖示簡單說明

第一圖(a):其係習知一使用四個 MOS 電晶體所製作之電流鏡示意圖。

第一圖(b):其係習知另一使用四個 MOS 電晶體所製作之電流鏡示意圖。

第二圖(a):其係本案一較佳實施例之電流鏡示意圖。

第二圖(b):其係本案另一較佳實施例之電流鏡示意圖。

第三圖:其係第一圖(b)及第二圖(a)上之一特定點之輸入電流與量測電壓對照比較圖。

第四圖:其係第一圖(b)及第二圖(a)上之另一特定點之輸入電流與量測電壓對照比較圖。

第五圖;其係第一圖(b)及第二圖(a)之輸入電流與輸出電流對照比較圖。

## 拾、申請專利範圍

### 申請專利範圍

1. 一種低電壓操作之電流鏡，用以接收一輸入電流並產生一相同於該輸入電流之輸出電流，其包含：

- 一電阻，其第一端係接收該輸入電流；
- 一第一電晶體，其基體係連接於其汲極；
- 一第二電晶體，其基體係連接於該第一電晶體之基體；
- 一第三電晶體，其基體係連接於該第一電晶體之基體；以及

一第四電晶體，其汲極係產生該輸出電流。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之電流鏡更包含一第一電源端。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之電流鏡，其中該第一電源端係為一接地端。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之電流鏡，其中該第一電晶體之閘極係連接於該電阻之第二端以接收一第一偏壓。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之電流鏡，其中該第一電晶體之源極係連接於該第一電源端。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之電流鏡，其中該第二電晶體之閘極係連接於該第一電晶體之閘極。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之電流鏡，其中該第二電晶體之源極係連接於該第一電源端。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之電流鏡，其中該第三電晶體之閘極係連接於該電阻之第一端以接收一第二偏壓。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之電流鏡，其中該第三電晶體之源極係連接於該第一電晶體之汲極。

- 10.如申請專利範圍第1項所述之電流鏡，其中該第三電晶體之汲極係連接於該電阻之第二端。
- 11.如申請專利範圍第1項所述之電流鏡，其中該第四電晶體之閘極係連接於該第三電晶體之閘極。
- 12.如申請專利範圍第1項所述之電流鏡，其中該第四電晶體之源極係連接於該第二電晶體之汲極。
- 13.如申請專利範圍第1項所述之電流鏡，其中該第四電晶體之基體係連接於其源極。
- 14.如申請專利範圍第1項所述之電流鏡，其中該第一電晶體、該第二電晶體、該第三電晶體、及該第四電晶體係為N型金氧半導體電晶體。
- 15.如申請專利範圍第1項所述之電流鏡，其中該第一電晶體、該第二電晶體、該第三電晶體、及該第四電晶體係為P型金氧半導體電晶體。
- 16.一種低電壓操作之電流鏡，用以接收一輸入電流並產生一相同於該輸入電流之輸出電流，其包含：

- 一第一電源端；
- 一電阻，其第一端係接收該輸入電流；
- 一第一電晶體，其閘極係連接於該電阻之第二端以接收一第一偏壓，其源極係連接於該第一電源端，而其基體係連接於其汲極；
- 一第二電晶體，其閘極係連接於該第一電晶體之閘極，其源極係連接於該第一電源端，而其基體係連接於該第一電晶體之基體；
- 一第三電晶體，其閘極係連接於該電阻之第一端以接收一第二偏壓，其源極係連接於該第一電晶體之汲極，其基體係連接於該第一電晶體之基體，而其汲極係連接於該電阻之第二端；以及
- 一第四電晶體，其閘極係連接於該第三電晶

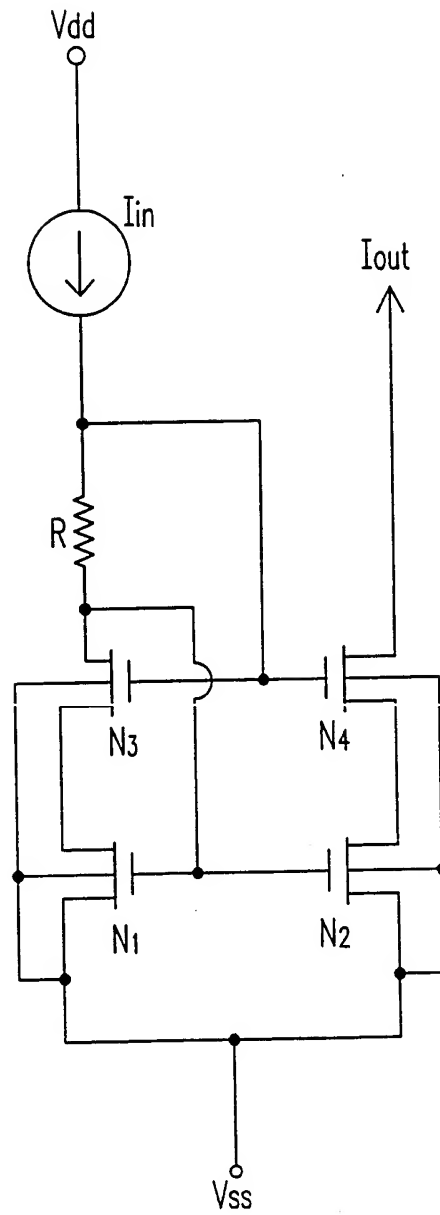
體之閘極，其源極係連接於該第二電晶體之汲極，其基體係連接於其源極，而其汲極係產生該輸出電流。

17.如申請專利範圍第 16 項所述之電流鏡，其中該第一電源端係為一接地端。

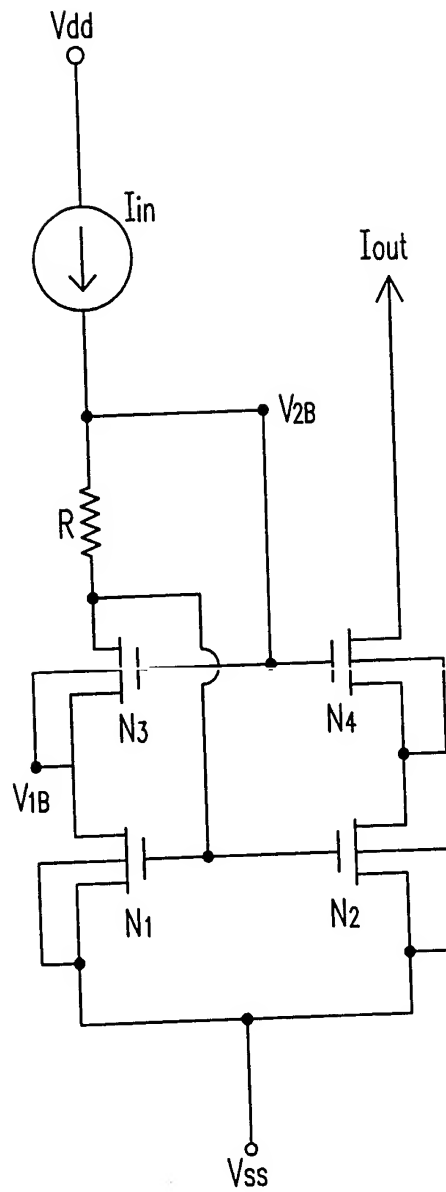
18.如申請專利範圍第 1 項所述之電流鏡，其中該第一電晶體、該第二電晶體、該第三電晶體、及該第四電晶體係為 N 型金氧半導體電晶體。

19.如申請專利範圍第 1 項所述之電流鏡，其中該第一電晶體、該第二電晶體、該第三電晶體、及該第四電晶體係為 P 型金氧半導體電晶體。

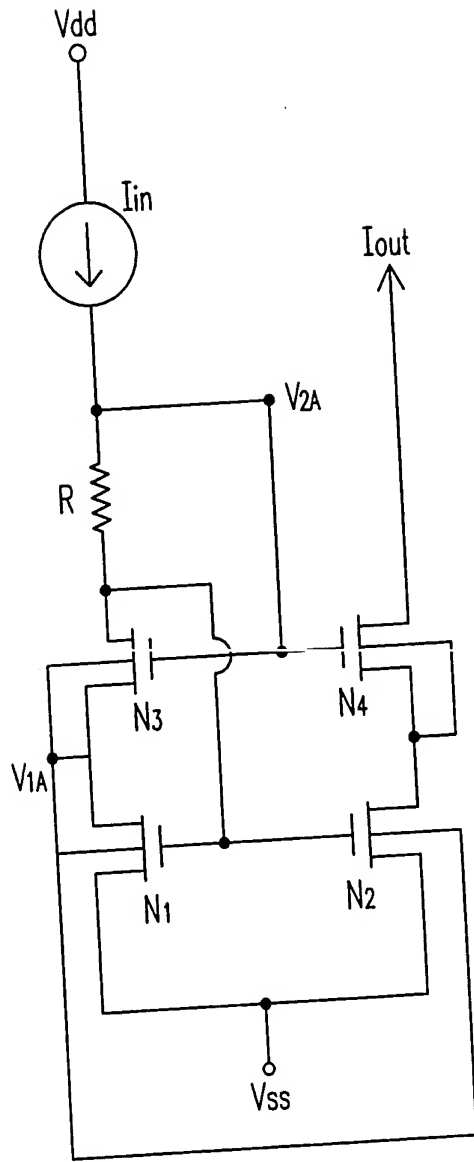




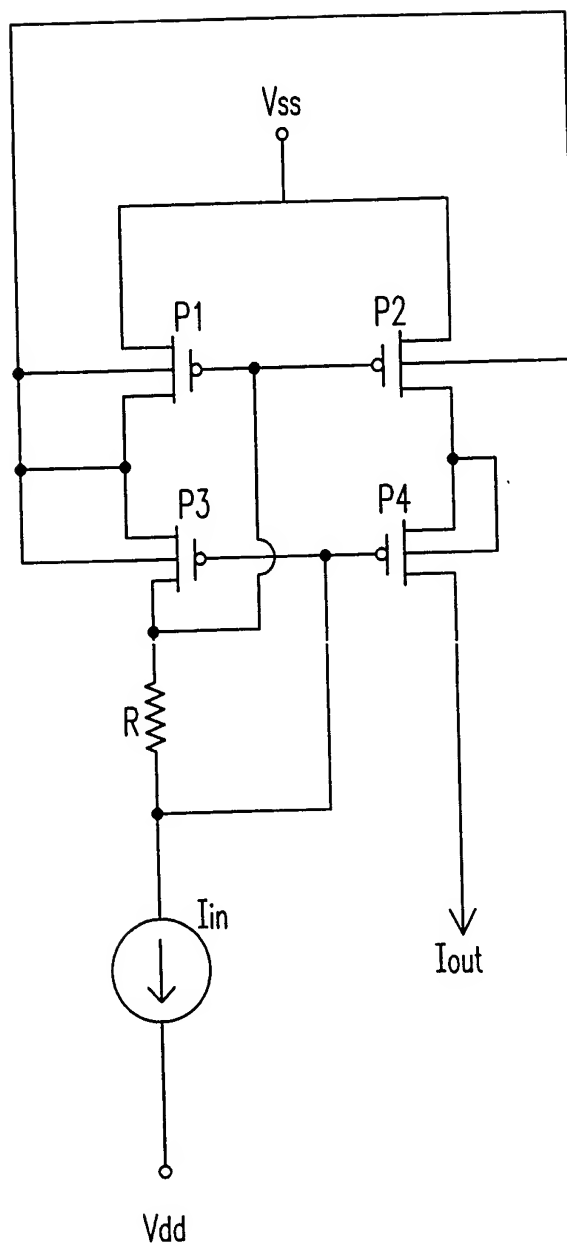
第一圖 (a)



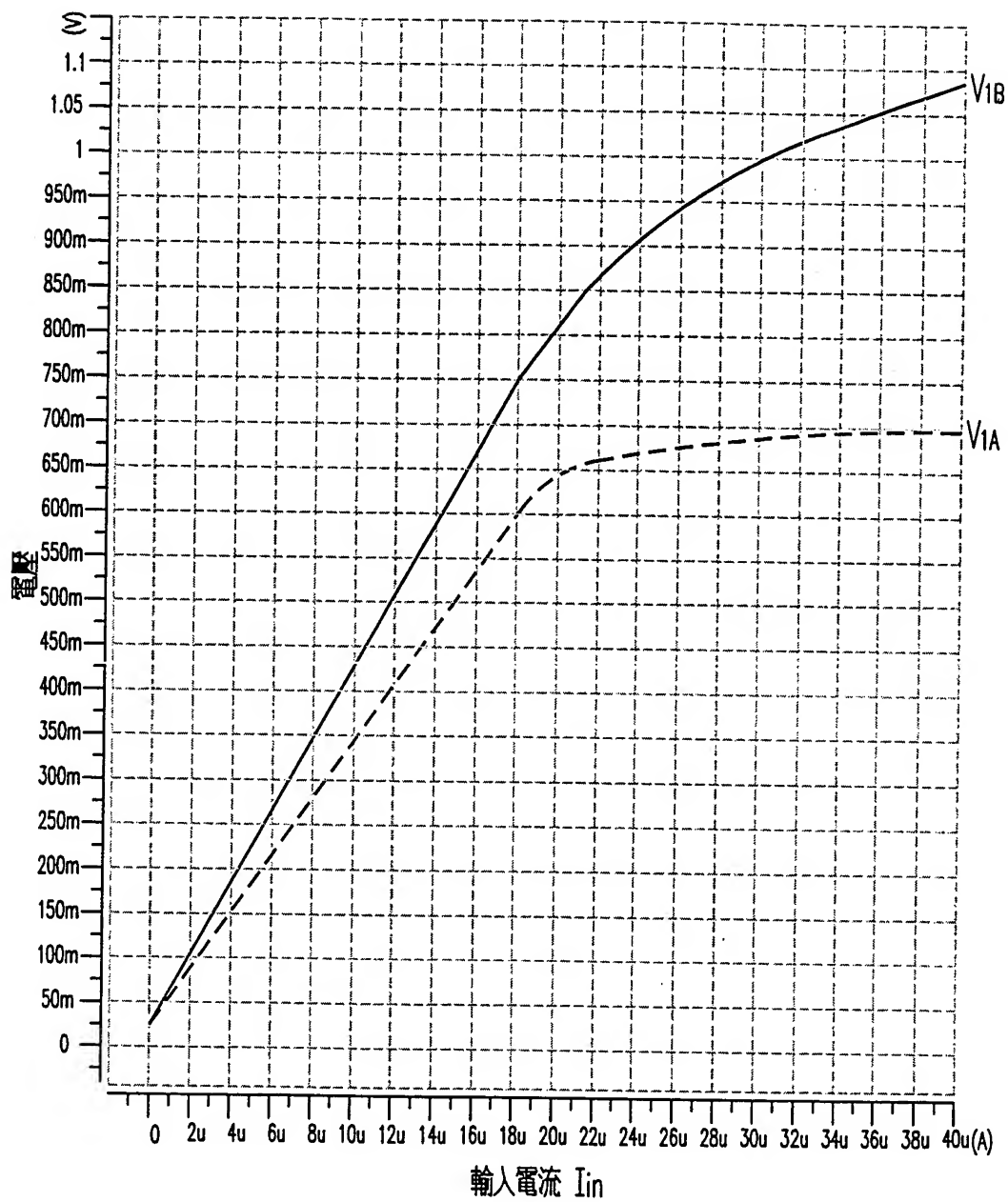
第一圖 (b)



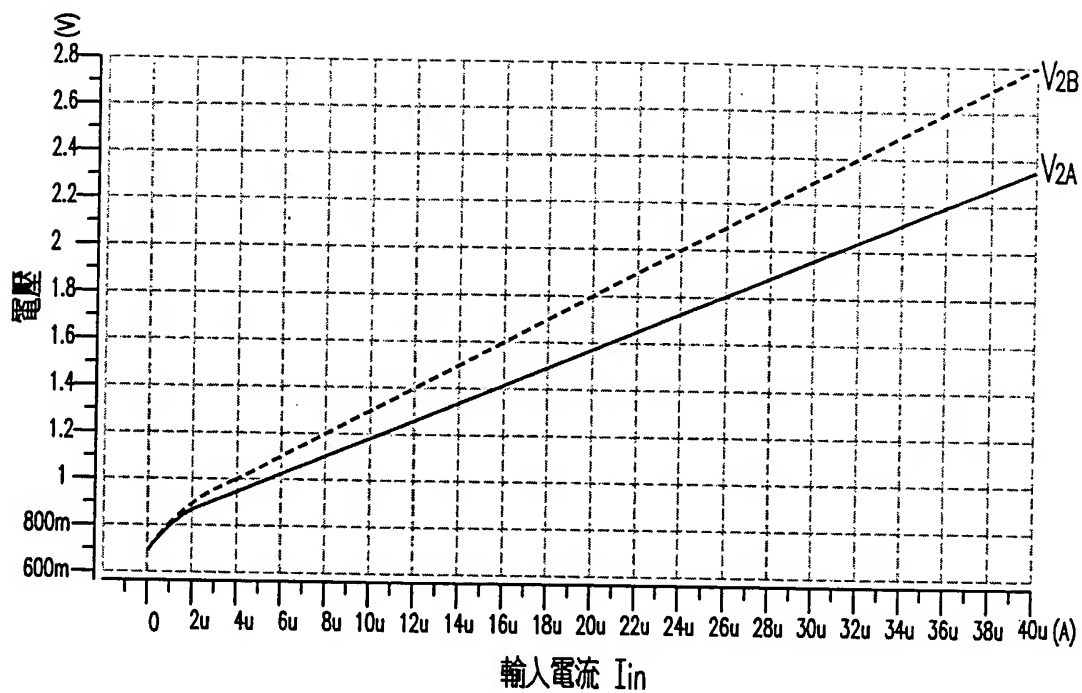
第二圖 (a)



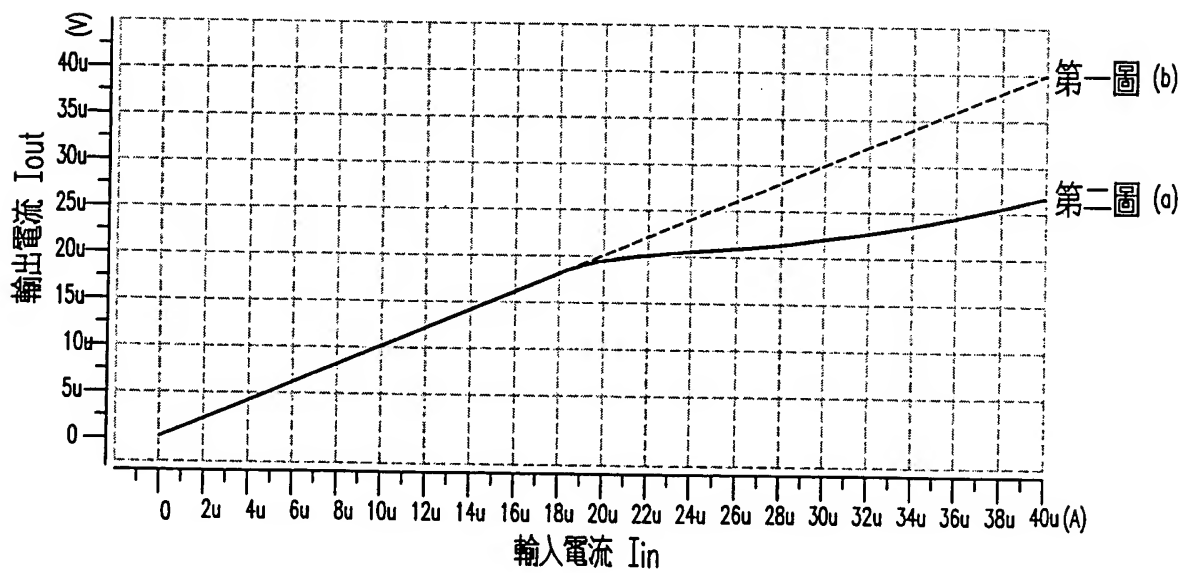
第二圖 (b)



第三圖



第四圖



第五圖